

Ser. No.
10/726,877

22718



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 102 08 216 C 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
C 21 D 9/00

⑦1 Aktenzeichen: 102 08 216.2-24
⑦2 Anmeldetag: 26. 2. 2002
⑦3 Offenlegungstag: -
⑦4 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 3. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦5 Patentinhaber:
Benteler Automobiltechnik GmbH, 33104
Paderborn, DE

⑦6 Erfinder:
Krogmeier, Jürgen, 33161 Hövelhof, DE; Böke,
Johannes, 31855 Aerzen, DE

⑦7 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 197 43 802 C2
DE 197 23 655 A1
DE 200 14 361 U1
EP 08 16 520 B1

⑦8 Verfahren zur Herstellung eines metallischen Bauteils

⑦9 Ein Verfahren zur Herstellung eines gehärteten metallischen Bauteils mit mindestens zwei Bereichen unterschiedlicher Duktilität, wobei eine Platine oder ein vorgeformtes Formbauteil in einer Erwärmungseinrichtung auf eine Austenitisierungstemperatur erwärmt wird und anschließend über einen Transportweg einem Härteprozess zugeführt wird, wobei während des Transports Teilbereiche erster Art der Platine oder des Formbauteils, die im Endbauteil höhere Duktilitätseigenschaften aufweisen, abgekühlt werden, wird dadurch für die Massenproduktion optimiert, dass die Bereiche erster Art von einer vorbestimmten Abkühl-Starttemperatur, die oberhalb der γ - α -Umwandlungstemperatur liegt, abgeschreckt werden, dass das Abschrecken beendet wird, wenn eine vorgegebene Abkühl-Stopptemperatur erreicht ist, und zwar bevor eine Umwandlung in Ferrit und/oder Perlit stattgefunden hat oder nachdem erst eine geringe Umwandlung in Ferrit und/oder Perlit stattgefunden hat, und dass anschließend annähernd isotherm zur Umwandlung des Austenits in Ferrit und/oder Perlit gehalten wird, und dass währenddessen in den Bereichen zweiter Art, die im Endbauteil im Verhältnis geringere Duktilitätseigenschaften aufweisen, die Härtetemperatur (T_H) gerade so hoch ist, dass eine ausreichende Martensitbildung in den Bereichen zweiter Art während eines Härteprozesses stattfinden kann und dass anschließend der Härteprozess durchgeführt wird.

DE 102 08 216 C 1

DE 102 08 216 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines gehärteten metallischen Bauteils, insbesondere für Kraftfahrzeugkomponenten, mit mindestens zwei Bereichen unterschiedlicher Duktilität, wobei eine Platine oder ein vorgeformtes Formbauteil in einer Erwärmungseinrichtung auf eine Austenitisierungstemperatur erwärmt wird und anschließend über einen Transportweg einem Härteprozess zugeführt wird, wobei während des Transportes Teilbereiche erster Art der Platine oder des Formbauteils, die im Endbauteil höhere Duktilitätseigenschaften aufweisen, abgekühlt werden.

[0002] Es ist bekannt, werkzeuggehärtete Formbauteile für Kraftfahrzeugkomponenten, zum Beispiel Fahrwerkskomponenten, wie Lenker oder Querträger, oder Strukturbauteile, wie Türaufprallträger, B-Säulen, Streben oder Stoßfänger, mit über dem Formbauteil verteilt gleich bleibenden Werkstoffeigenschaften herzustellen. Dies geschieht durch eine komplette Härtung der Formbauteile, an die sich für eine Vergütung ggfs. ein Anlaßvorgang anschließen kann. Diese Teile sollen einerseits eine hohe Festigkeit aufweisen, damit sie zum Beispiel bei einem Crash stabil bleiben. Andererseits sollen diese Teile aber auch bei einem Crash verformbar sein, damit die Crash-Energie durch Deformationsenergie aufgefangen werden kann. In verschiedenen Anwendungsfällen der Kraftfahrzeugtechnik sollen Formbauteile über bestimmte Bereiche eine hohe Festigkeit, über andere Bereiche wiederum eine hohe Duktilität aufweisen. Beispielsweise soll bei einer B-Säule der Säulenfuß relativ duktil sein, während an den oberen Teil der Säule hohe Festigkeitsanforderungen gestellt werden. Neben der Verstärkung durch Zusatzbleche oder dem Zusammenfügen von Teilen unterschiedlicher Festigkeit ist es hierbei auch bereits bekannt, über Wärmebehandlungen ein Bauteil so zu behandeln, dass es lokal Bereiche höherer Festigkeit oder höherer Duktilität aufweist.

[0003] So zeigt die DE 197 43 802 C2 ein Verfahren auf, ein Formbauteil für Kraftfahrzeugkomponenten mit Bereichen unterschiedlicher Duktilität herzustellen, indem eine Ausgangsplatine vor oder nach dem Pressen nur partiell erwärmt oder bei einer vorausgegangenen homogenen Erwärmung in den Bereichen mit gewünschter höherer Duktilität gezielt nacherwärmt wird. Ein Nacherwärmen zur Erzielung von duktilen Bereichen beinhaltet jedoch die Gefahr, dass das Formbauteil sich verzieht.

[0004] Die DE 197 23 655 A1 beschreibt ein Verfahren zum partiellen Härten eines Formbauteils, wobei eine Ausgangsplatine in einem Ofen homogen erwärmt und anschließend in einem gekühlten Werkzeugpaar gehärtet wird, wobei partielle Bereiche des Werkstücks an einer Härtung durch langsames Abkühlen gehindert werden, indem an diesen Stellen im Werkzeug Ausnehmungen oder Wärmeisolierungseinsätze angeordnet sind oder indem diese Stellen im Werkzeug durch Induktionsheizen beeinflusst werden. Zielsetzung dieses Verfahrens ist es, das Formbauteil in den partiellen, nicht gehärteten Bereichen anschließend zu bearbeiten, wie zum Beispiel zu lochen. Das Verfahren der DE 197 23 655 A1 bereitet insofern Probleme bei einem Warmformprozess, da an den Stellen der Aussparungen im Werkzeug nicht umgeformt werden kann und bei größeren duktilen Bereichen Wärmeisolierungseinsätze im Werkzeug, die die Härtung verhindern sollen, beim Umformvorgang stören, da sie brechen könnten. Das induktive Härten ist nur bei endgeformten Teilen möglich und stellt einen eigenen Arbeitsschritt dar. Darüber hinaus ist das nachgeschaltete induktive Härten aufwendig und birgt Verzugsgefahr.

[0005] Die europäische Patentschrift EP 0 816 520 B1 beschreibt ein Formbauteil sowie ein Verfahren zur definierten Einstellung gewünschter Festigkeits- und Härteverläufe über seine Länge, wobei das Formbauteil nach seiner Umformung induktiv erwärmt und anschließend zur Erzeugung von gehärteten Bereichen abgeschreckt wird.

[0006] Die DE 200 14 361 U1 beschreibt eine B-Säule, die ebenfalls Bereiche unterschiedlicher Festigkeit besitzt. Die Herstellung der B-Säule erfolgt im Warmformprozess, wobei ausgehend von einer Formplatte oder einem vorgeformten Längsprofil dieses in einem Ofen austenitisiert und anschließend in einem gekühlten Werkzeug umgeformt/gehärtet wird. Im Ofen können großflächige Bereiche des Werkstücks gegen die Temperatureinwirkung isoliert werden, wobei in diesen Bereichen die Austenitisiertemperatur nicht erreicht wird und sich demnach im Werkzeug bei der Härtung kein martensitisches Gefüge einstellt.

[0007] Alternativ wird vorgeschlagen, zunächst das Längsprofil komplett zu austenitisieren und beim Transport in das Härtungswerkzeug einen Bereich durch gezieltes nicht zu schnelles Abkühlen, beispielsweise durch Anblasen, auf eine Temperatur deutlich unterhalb der Austenitisierungstemperatur zu bringen. Im Härtungswerkzeug stellt sich dann kein reines martensitisches Gefüge ein, sondern ein Mischgefüge mit deutlichen Ferrit/Bainit-Anteilen, welches duktile Eigenschaften besitzt.

[0008] Diese Verfahren weisen in ihrer praktischen Umsetzung in der Massenproduktion jedoch einige Probleme auf. Das Isolieren durch Abkapseln im Ofen ist technisch aufwendig, weil in jedem Zyklus jedes einzelne Teil eine eigene Isolierung braucht, die Isolierung als Vorbereitungsschritt den Warmprozess als ganzen verlängert und sich die Isolierung bei wiederholter Verwendung mit aufheizt. Dies macht eine Massenproduktion kostenintensiv. Ein gezieltes nicht zu schnelles Abkühlen eines abgegrenzten Bereichs auf eine Temperatur deutlich unter Austenitisiertemperatur während des Transportvorgangs ist aufgrund der Abkühlbedingungen in der Massenproduktion schwer steuerbar, was eine entsprechende Temperaturführung jedes zu bearbeitenden Produktes schwierig macht.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Formbauteils mit mindestens zwei unterschiedlichen Gefügebereichen dahingehend weiterzuentwickeln, dass es für die Massenproduktion geeignet ist.

[0010] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0011] Erfindungsgemäß werden die Bereiche erster Art, die im späteren Endbauteil duktiler sind, von einer vorbestimmten Abkühl-Starttemperatur, die oberhalb der γ - α -Umwandlungstemperatur liegt, abgeschreckt, wobei das Abschrecken beendet wird, wenn eine vorgegebene Abkühl-Stopptemperatur, die oberhalb der Martensitstarttemperatur liegt, erreicht ist und zwar bevor eine Umwandlung in Ferrit und/oder Perlit stattgefunden hat oder nachdem erst eine geringe Umwandlung in Ferrit und/oder Perlit stattgefunden hat. Anschließend werden diese Bereiche annähernd isotherm zur Umwandlung des Austenits in ein Gefüge mit hohem Ferrit- und/oder Perlitanteil gehalten. Währenddessen wird in Bereichen zweiter Art, die im Endbauteil im Verhältnis geringere Duktilitätseigenschaften aufweisen, eine Härtetemperatur (T_H) erreicht, die mindestens gerade so hoch ist, dass eine ausreichende Martensitbildung in den Bereichen zweiter Art während eines Härteprozesses stattfinden kann. Anschließend wird das Bauteil dem Härteprozess zugeführt.

[0012] Zur Vorbereitung wird die Platine oder das Form-

bauteil in einer Erwärmeinrichtung auf eine definierte Austenitisierungstemperatur über eine bestimmte Austenitisierungszeit homogen erwärmt, wobei diese Austenitisierungstemperatur der Abkühl-Starttemperatur entsprechen kann.

[0013] Im Gegensatz zu einem kontinuierlichen Abkühlen der Bereiche erster Art mit einer geringen Abkühlgeschwindigkeit sollen diese erfindungsgemäß in einem ersten Schritt schnell auf eine Abkühl-Stopptemperatur bzw. Umwandlungstemperatur abgeschreckt werden und dann im wesentlichen isotherm in ferritisch/perlitisches Gefüge umwandeln. Dies hat den Vorteil, dass durch exakte Einstellung der Parameter Umwandlungstemperatur und Haltezeit der Gefügeanteil Ferrit/Perlit und damit die mechanischen Eigenschaften steuerbar sind, was das Verfahren prozesssicher macht. Von Vorteil ist des weiteren, dass die parallel ablaufenden Prozesse zur Einstellung der duktilen Eigenschaften in den Bereichen erster und zweiter Art den gleichen Prozessbeginn, das gleiche Prozessende sowie die gleiche Prozesszeit aufweisen. Das Verfahren kann somit problemlos in einen bereits bestehenden Warmformprozess integriert werden.

[0014] Nach einer Alternative des Verfahrens startet ein Abschreckprozess mit einer hohen Abkühlgeschwindigkeit, die größer ist als die kritische Abkühlgeschwindigkeit, d. h. die Abkühlgeschwindigkeit, bei der sich ferritisch/perlitische Gefügeanteile bilden würden, welcher an einer präzise bestimmten Temperatur gestoppt wird. Diese Temperatur wird so ausgewählt, dass sie das Maximum für eine möglichst schnelle Ferrit/Perlit-Umwandlung bietet und gleichzeitig einen Kompromiss darstellt. Bei tieferen Temperaturen wird zwar das Umwandlungsbestreben des Austenits größer, aber die zunehmende Diffusionsträgheit der C-Atome verlängert diesen Vorgang. Im Gegensatz dazu ist das Diffusionsverhalten der C-Atome bei höheren Temperaturen deutlich besser, allerdings ist das Umwandlungsbestreben des Austenits noch sehr gering. Die Dauer der Haltezeit, die für eine Gefügeumwandlung erforderlich ist, hat auch direkten Einfluss auf die Menge des noch verbleibenden Restaustenitgehalts in den Bereichen erster Art. Da diese Haltezeit für eine Massenproduktion jedoch nicht beliebig verlängert werden kann und die Härtetemperatur für die Bereiche zweiter Art ggfs. unterschritten würde, ist eine genaue Abstimmung durch unterschiedliche Abkühlprozesse, die an einem Bauteil erfolgen, erforderlich. Die Optimierung der Temperaturen und Haltezeiten gewährleistet die Realisierung von duktilen und hochfesten Bereichen in einem Bauteil.

[0015] Während bereits in den Bereichen erster Art eine isotherme Umwandlung stattfindet, werden die Bereiche zweiter Art vorwiegend oder gänzlich im Austenitbereich gehalten. Hierbei ist es besonders vorteilhaft, den Umwandlungszeitraum sowie die für die Erwärmeinrichtung gewählte Austenitisierungstemperatur so aufeinander abzustimmen, dass die sich über die Umwandlungszeit in den Bereichen zweiter Art einstellende Härtetemperatur im Verhältnis zur Erwärmungstemperatur niedriger ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn durch eine optimale Abstimmung die Härtetemperatur gerade noch so hoch ist, dass eine Martensitbildung in diesen Bereichen während des Härteprozesses stattfindet.

[0016] Vorzugsweise kann einem zu starken Temperaturabfall in den Bereichen zweiter Art durch gezielte Wärmezufuhr während des Umwandlungszeitraums für die Bereiche erster Art entgegengewirkt werden. Dabei kann es bereits genügen, die Strahlungsverluste zu vermeiden oder zu minimieren, indem zum Beispiel ein reflektierenden Spiegel über dem entsprechenden Bereich angebracht wird.

[0017] Um den schnellen Abkühlvorgang und ein isother-

mes Halten prozesstechnisch genau und rekonstruierbar durchführen zu können, wird vorgeschlagen, die Bereiche erster Art des Werkstücks mittels einer der Geometrie des Werkstücks angepassten Düse mit einem Kühlmedium zu kühlen. Als Kühlmedium kommt insbesondere ein Luftstrom in Frage.

[0018] Der Härteprozess kann in einer beliebigen Härteinrichtung durchgeführt werden, beispielsweise in einem Abschreckbecken. Besonders vorteilhaft wird innerhalb eines Warmformprozesses für den Härteschritt, d. h. ein Abschrecken unterhalb Martensitstarttemperatur zur Bildung von Martensit in den austenitischen Bereichen zweiter Art, ein gekühltes Werkzeug verwendet, in dem zusätzlich ein Umformschritt durchgeführt wird, ggfs. mit sich anschließendem Anlassvorgang. Dabei bildet sich ein kontinuierlicher, nicht abrupter Übergang von duktilem zu hartem Gefüge zwischen den Bereichen erster und zweiter Art des Formbauteils.

[0019] Zusätzlich zu der an die Geometrie angepassten Luftdüse zur lokalen Beaufschlagung der Bereiche erster Art erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Bereiche erster und zweiter Art des Werkstücks voneinander abgeschottet sind, beispielsweise durch Trennmittel in Form von Blechen.

[0020] Dadurch kann auch der Übergang von Bereichen erster Art mit höherer Duktilität zu Bereichen zweiter Art mit hochfesten Eigenschaften genau eingestellt werden. Es ist möglich, einen schroffen Übergang von duktil zu hochfest mit einem schmalen Übergangsbereich zu schaffen, oder den Übergangsbereich breit und fließend zu gestalten, wobei sich die Materialeigenschaften des Bauteils allmählich von duktil zu hochfest oder umgekehrt entwickeln.

[0021] Das Verfahren eignet sich insbesondere für die Behandlung von Stahllegierungen mit Mangan- und Boranteilen. Bei diesen Stählen ist die kritische Abkühlgeschwindigkeit, d. h. die Abkühlgeschwindigkeit, bei der ein martensitisches Gefüge entsteht, deutlich verringert. Der Borzusatz bewirkt bei der Abkühlung des Stahls eine Verzögerung der Umwandlung in weichere Gefügearten wie Ferrit und Perlit ausgehend von dem jeweiligen Austenitgebiet. Das bedeutet, dass auch eine langsame Abkühlgeschwindigkeit wie etwa in einem kontinuierlichen Luftstrom zu einer Härtung im Material führen könnte. Folglich würde das in dem Gebrauchsmuster DE 200 14 361 U1 erwähnte Anblasen bei diesen Stahlsorten zu einer Härtung des gesamten Bauteils und gerade nicht zu den gewünschten duktilen Bereichen führen.

[0022] Beispielsweise kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Platine aus einer Stahllegierung verwendet werden, die in Gewichtsprozent ausgedrückt einen Kohlenstoffanteil C zwischen 0,18% bis 0,3%, einen Siliziumanteil Si zwischen 0,1% bis 0,7%, einen Mangananteil Mn zwischen 1,0% bis 2,5%, einen Phosphoranteil P von maximal 0,025%, einen Chromanteil Cr von 0,1% bis 0,8%, einen Molybdänanteil Mo zwischen 0,1% bis 0,5%, einen Schwefelanteil S von maximal 0,01%, einen Titananteil Ti zwischen 0,02% bis 0,05%, einen Boranteil B zwischen 0,002% bis 0,005% und einen Aluminiumanteil Al zwischen 0,01% bis 0,06% aufweist, wobei der Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen ist. Nicht zwingend, jedoch vorteilhaft kann die Stahllegierung ferner einen Niobanteil Nb zwischen 0,03% bis 0,05% aufweisen. Hierdurch wird eine interkristalline Korrosion verhütet und die Warmfestigkeit gesteigert.

[0023] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren, d. h. mit dem beschriebenen unterbrochenen Abschreckvorgang mit einem isothermen Halten auf einer Temperatur oberhalb der Martensitstarttemperatur, wird daher insbesondere bei bor-

und manganhaltigen Stählen erreicht, eine Ferrit/Perlit-Umwandlung für ein weiches Gefüge im Bereich erster Art des Bauteils zu erzielen. Gleichzeitig ist es aufgrund des Boranteils in der jeweiligen Legierung möglich, dass das Bauteil auch mit einer reduzierten Härtetemperatur im Bereich zweiter Art, bedingt durch die Haltezeit, noch ein Härtungsgefüge mit der erforderlichen hohen Festigkeit erhält.

[0024] Nachfolgend wird das Verfahren anhand der Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen:

[0025] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Fertigungsabfolge;

[0026] Fig. 2 ein Temperatur-Zeit-Diagramm zur Darstellung der Umwandlungsstart- und endpunkte und -zeiten;

[0027] Fig. 3 ein Formbauteil 9 mit seiner Kontur angepassten Luftdüsen 13-13e und einem Abschottungsblech 12.

[0028] Fig. 1 zeigt eine Fertigungsabfolge für die Herstellung von Formbauteilen mit unterschiedlich duktilen Bereichen. Eine Fertigungseinrichtung umfasst eine Erwärmungseinrichtung 1, in dem eine Platine 2 oder ein vorgeformtes Bauteil während einer bestimmten Austenitisierungszeit t_a auf eine bestimmte Austenitisierungstemperatur T_A homogen erwärmt wird. Auf dem Transportweg zu einer Härteeinrichtung 3, beispielsweise zu einem Umformwerkzeug, in dem die Platine dann eine Umformung unter gleichzeitiger Abkühlung erfährt, wird der Prozess in zwei Prozessanteile P1 und P2 aufgeteilt, die die lokale Bearbeitung unterschiedlicher Bereiche der Platine oder des Formbauteils ermöglichen zur Einstellung unterschiedlicher Verformungseigenschaften im Endbauteil. Hierzu sind zwischen Erwärmungs- (1) und Härteeinrichtung 3 in einer ersten Teil-Prozesslinie (P1) eine Abkühlzone 4 sowie eine Haltestrecke 5 angeordnet, während in einer zweiten Teil-Prozesslinie (P2) eine Zone zum Halten im Austenitbereich 6 angeordnet ist. Die Haltestrecke 5 zum isothermen Halten in der ersten Teil-Prozesslinie (P1) ist beispielsweise ein Warmbett, wobei ggfs., falls die eigene Wärme des Bauteils zum isothermen Halten nicht ausreicht, mit warmer Luft geblasen wird. Die Zone zum Halten im Austenitbereich 6 der zweiten Teil-Prozesslinie (P2) ist wahlweise mit einer zusätzlichen Heizeinrichtung 7, zum Beispiel einer Induktionsspule, versehen. Die Strahlungswärme kann auch mittels eines Spiegels 8 auf die Platinenoberfläche zurückgeleitet werden.

[0029] Wenn es sich bei dem Bauteil um ein bereits vorgeformtes Bauteil, wie eine B-Säule handelt, wird diese nach dem Erwärmen im Ofen mit ihrer Längsachse quer zur Transportrichtung auf ein Transportband gelegt. Zeitlich parallel wird der Säulenfuß zuerst schnell abgekühlt und dann über die Haltestrecke 5 isotherm gehalten, während das Werkstoffgefüge des oberen Säulenteils aufgrund des Transportes entlang der Zone 6 im Austenitgebiet gehalten wird. Anschließend werden die Platine 2 oder das Formbauteil der Härteeinrichtung zugeführt.

[0030] Die entlang der beiden Teil-Prozesslinien im Werkstück eingestellten Temperaturen sind durch Fig. 2 verdeutlicht. Ausgehend von einer gemeinsamen Austenitisierungstemperatur wird der Bereich erster Art, der im Endformteil das weichere und damit duktilere Gefüge aufweist, von einer Abkühl-Starttemperatur (T_{Start}), die hier der Austenitisierungstemperatur entspricht, bei einer Zeit t_1 mit einer Abkühlgeschwindigkeit von 100-200 K/s auf eine Abkühl-Stoptemperatur (T_{Stopp}) bzw. Umwandlungstemperatur von 400°C bis 800°C bis zur Zeit t_2 abgeschreckt und anschließend zur isothermen Umwandlung annähernd auf dieser Temperatur gehalten. Währenddessen wird der Bereich zweiter Art, der später ein Gefüge mit geringerer Duktilität aufweist, solange im Austenitgebiet gehalten, bis die Gefü-

geumwandlung im Bereich erster Art abgeschlossen oder annähernd abgeschlossen ist. Bei einer Zeit t_3 schließt sich der Härteprozess an, wobei die Bereiche zweiter Art ausgehend von einer Härtetemperatur (T_H) zur Einstellung eines Härtegefüges abgeschreckt werden.

[0031] Fig. 3 zeigt in perspektivischer Darstellung ein Formbauteil 9 mit einem duktilen Bereich erster Art 10 und einem hochfesten Bereich zweiter Art 11. Man erkennt, dass beide Bereiche 10 und 11 während des erfindungsgemäßen Verfahrens durch ein der Kontur des Formbauteils 9 angepasstes, senkrecht zum Formbauteil stehendes Blech 12 abgeschottet sind. Zudem ist der Bereich erster Art 10, der ein duktileres Gefüge aufweisen soll, von Düsen 13-13e sowohl von oben als auch von unten umschlossen, durch die ein Kühlmedium wie zum Beispiel Luft austreten und auf den Bereich erster Art 10 des Formbauteils 9 strömen kann. Dadurch wird das gewünschte schnelle Abkühlen des Bereiches erster Art 10 des Formbauteils 9 durch ein Kühlmedium ermöglicht, während der Bereich zweiter Art 11 des Formbauteils 9 durch die Abschottung mittels des Bleches 12 keine Abkühlung durch die Düsen 13-13e erfährt.

[0032] Folglich kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Formbauteil mit zwei unterschiedlich duktilen Gefügebereichen und den entsprechenden mechanischen Kennwerten hergestellt werden, welches prozesssicher in einen vorhandenen Warmformprozess integriert werden kann. Das vorliegende Verfahren kann auf wechselnde Legierungselemente angepasst werden, ist problemlos auch bei Bauteilen mit größeren Bereichen höherer Duktilität anzuwenden und vermeidet bisher bestehende Probleme wie zum Beispiel zusätzliche Arbeitsschritte und Verzugsgefahr. Das erfindungsgemäße Verfahren ist daher technisch vorteilhaft und löst das der Erfindung zugrunde liegende Problem einfach und umsetzbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines gehärteten metallischen Bauteils mit mindestens zwei Bereichen unterschiedlicher Duktilität, wobei eine Platine (2) oder ein vorgeformtes Formbauteil in einer Erwärmungseinrichtung (1) auf eine Austenitisierungstemperatur erwärmt wird und anschließend über einen Transportweg einem Härteprozess zugeführt wird, wobei während des Transportes Teilbereiche erster Art der Platine (2) oder des Formbauteils, die im Endbauteil höhere Duktilitätseigenschaften aufweisen, abgekühlt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bereiche erster Art von einer vorbestimmten Abkühl-Starttemperatur (T_{Start}), die oberhalb der γ - α -Umwandlungstemperatur liegt, abgeschreckt werden, dass das Abschrecken beendet wird, wenn eine vorgegebene Abkühl-Stoptemperatur (T_{Stopp}) erreicht ist, die oberhalb der Martensitstarttemperatur liegt, und zwar bevor eine Umwandlung in Ferrit und/oder Perlit stattgefunden hat oder nachdem erst eine geringe Umwandlung in Ferrit und/oder Perlit stattgefunden hat, und dass anschließend annähernd isotherm zur Umwandlung des Austenits in Ferrit und/oder Perlit gehalten wird, dass währenddessen in den Bereichen zweiter Art, die im Endbauteil im Verhältnis geringere Duktilitätseigenschaften aufweisen, die Härtetemperatur (T_H) mindestens so hoch ist, dass eine ausreichende Martensitbildung in den Bereichen zweiter Art während eines anschließenden Härteprozesses stattfinden kann und dass anschließend der Härteprozess durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die in den Bereichen zweiter Art während des isothermen Haltens der Bereiche erster Art sich einstellende Härtetemperatur (T_H) im Verhältnis zur Erwärmungstemperatur niedriger ist. 5
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche zweiter Art zum Halten im Austenitbereich zusätzlich mit Wärme beaufschlagt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die von den Bereichen zweiter Art abgegebene Strahlungswärme mittels eines reflektierenden Spiegels (8) aufgefangen und zurückgeleitet wird. 10
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche erster Art des Bauteils mittels einer der Geometrie des Bauteils angepassten Düse mit einem Kühlmedium gekühlt werden. 15
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium Luft ist. 20
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Rahmen eines Warmformprozesses der Härteprozess in einem gekühlten Umformwerkzeug durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche erster und zweiter Art der Platine oder des Bauteils während des Umwandlungsprozesses im Bereich erster Art voneinander abgeschottet sind. 25
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Ausgangsplatine oder das Formbauteil aus einer Stahllegierung mit Mangan- und Boranteilen besteht. 30
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Ausgangsplatine oder das Formbauteil aus einer Stahllegierung besteht, die in Gewichtsprozent ausgedrückt aus 35
 - Kohlenstoff (C) 0,18% bis 0,3%
 - Silizium (Si) 0,1% bis 0,7%
 - Mangan (Mn) 1,0% bis 2, 50% 40
 - Phosphor (P) maximal 0,025%
 - Chrom (Cr) 0,1% bis 0,8%
 - Molybdän (Mo) 0,1% bis 0,5%
 - Schwefel (S) maximal 0,01%
 - Titan (Ti) 0,02% bis 0,05% 45
 - Bor (B) 0,002% bis 0,005%
 - Aluminium (Al) 0,01% bis 0,06%
 - Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen besteht. 50

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

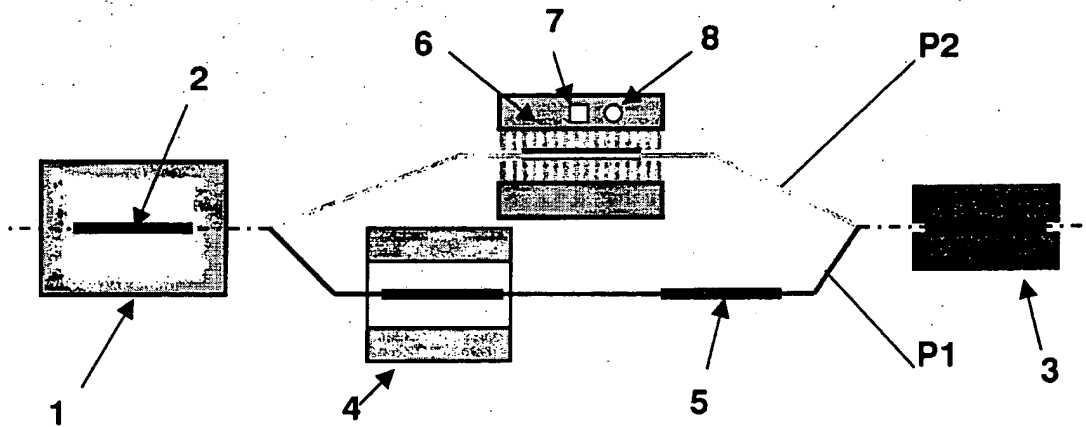
55

60

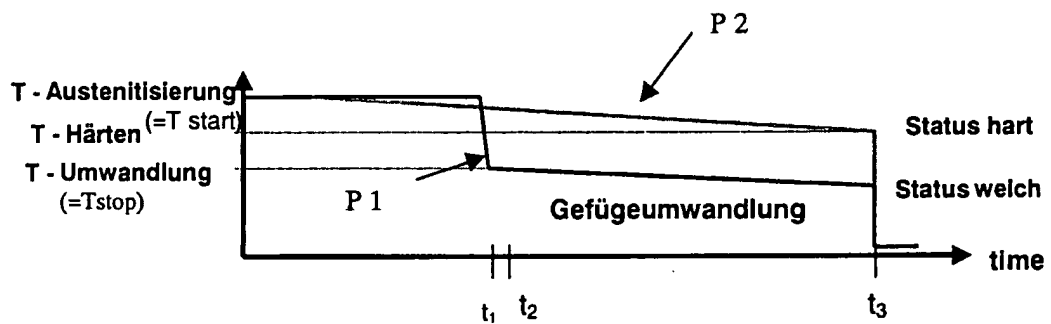
65

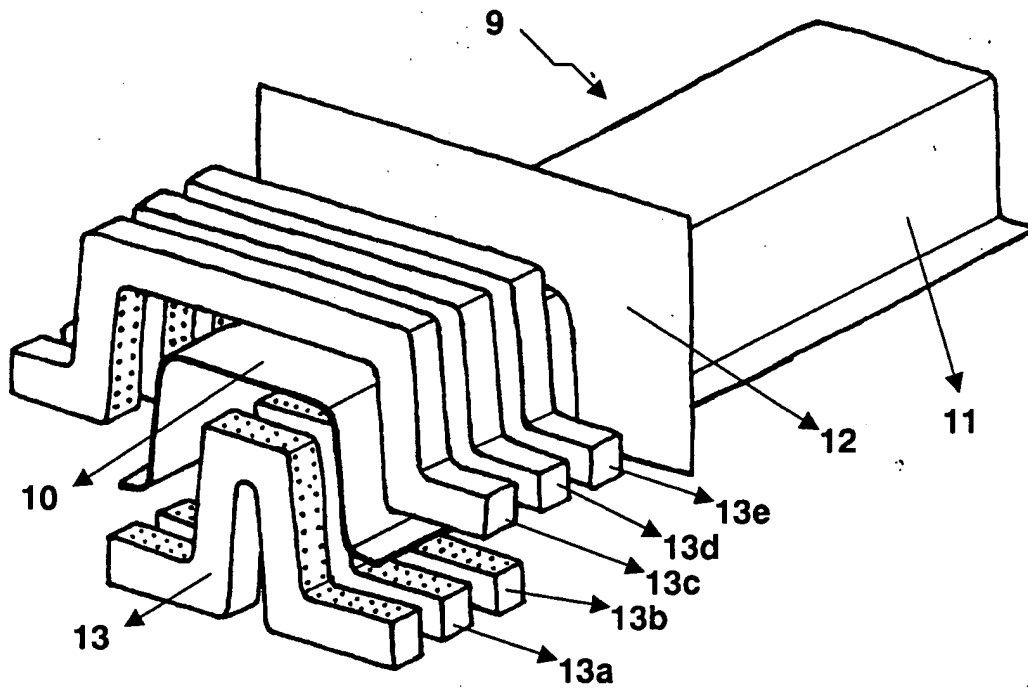
- Leerseite -

Figur 1



Figur 2





Figur 3